

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 17 May 2001 (17.05.01)	
International application No. PCT/AT00/00173	Applicant's or agent's file reference R 36853
International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)	Priority date (day/month/year) 07 July 1999 (07.07.99)
Applicant FÜRBACH, Alexander et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
 05 February 2001 (05.02.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer R. Forax Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT
NOTIFICATION OF TRANSMITTAL
OF COPIES OF TRANSLATION
OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY
EXAMINATION REPORT

(PCT Rule 72.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SONN, Helmut
 Riemergasse 14
 A-1010 Wien
 AUTRICHE

EINGELANGT
 28. Jan. 2002

Date of mailing (day/month/year) 23 January 2002 (23.01.02)	<p align="center">IMPORTANT NOTIFICATION</p>
Applicant's or agent's file reference R 36853	
International application No. PCT/AT00/00173	International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)
Applicant FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH et al	

1. Transmittal of the translation to the applicant.

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

AU,CA,CN,JP,KP,KR,NZ,US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

AP,EA,EP,AE,AG,AL,AM,AT,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CH,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW,OA

3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer M. OUCHOUKHI Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

SONN, Helmut
SONN WEINZINGER PAWLOY ALGE
& KOHLER-PAVLIK
Riemergasse 14
A-1010 Wien
AUTRICHE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr) 04.10.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
R 36853

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT00/00173

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
26/06/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
07/07/1999

Anmelder
FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Mader, D

Tel. +49 89 2399-2744



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Januar 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/05002 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01S 3/098**

[AT/AT]; Kleinengersdorferstrasse 24, A-2100 Korneuburg (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT00/00173

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2000 (26.06.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FÜRBACH, Alexander [AT/AT]; Vereinsgasse 13/10, A-1020 Wien (AT).
KRAUSZ, Ferenc [AT/AT]; Dr. K. Renner G. 9, A-2331 Vösendorf (AT).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: SONN, Helmut usw.; Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).

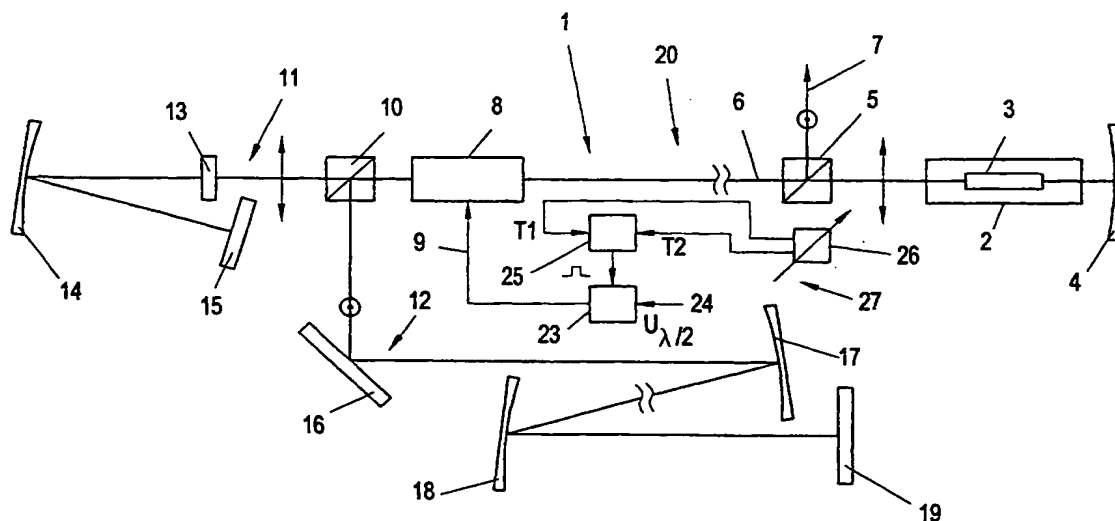
(30) Angaben zur Priorität:
A 1159/99 7. Juli 1999 (07.07.1999) AT

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (Gebrauchsmuster), DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, DK (Gebrauchsmuster), DM, DZ, EE, EE (Gebrauchsmuster), ES, FI, FI (Gebrauchsmuster),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER DEVICE

(54) Bezeichnung: LASERVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a laser device (1) that is provided with a pump element (2) that contains a pumped laser crystal (3) and with a device such as a saturable absorber (15) for passive mode coupling. The device is provided with two separate, alternatively switched resonator arms (11, 12). One (11) of the resonator arms that is active in the pulse shaping phase (21) contains the saturable absorber (15). The other resonator arm (12) that is active in the reinforcement phase (22) is free of loss-related components.

(57) Zusammenfassung: Laservorrichtung (1) mit einer Pumpeinheit (2), die einen gepumpten Laserkristall (3) enthält, und mit einer Einrichtung, wie einem sättigbaren Absorber (15), zur passiven Modenverkopplung, wobei zwei gesonderte, alternativ schaltbare Resonatorarme (11, 12) vorgesehen sind, von denen der eine Resonatorarm (11), der in einer Pulsformphase (21) aktiv ist, den sättigbaren Absorber (15) enthält, wogegen der andere Resonatorarm (12), der in einer Verstärkungsphase (22) aktiv ist, frei von Verluste einführenden Komponenten ist.

WO 01/05002 A1



GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KR (Gebrauchsmuster), KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Gebrauchsmuster), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Laservorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Laservorrichtung mit einer Pumpeinheit, die einen gepumpten Laserkristall enthält, und mit einer Einrichtung zur passiven Modenverkopplung.

Derartige Laservorrichtungen werden insbesondere als Kurzpuls-Laservorrichtungen vorgesehen, wobei im modenverkoppelten Zustand kurze Laserpulse mit hoher Energie erzeugt werden. Diese Kurzpuls-Laservorrichtungen werden mit Vorteil für Präzisions-Materialbearbeitungen oder aber für wissenschaftliche Arbeiten eingesetzt. Hinsichtlich der Erzeugung von kurzen Laserimpulsen kann beispielsweise auf die allgemeinen Ausführungen in der WO 98/10494 A sowie in A. Stingl et al.: Generation of 11-fs pulses from a Ti:sapphire laser without the use of prisms; Optics Letters Vol. 19, Nr. 3, 1. Februar 1994, S. 204-206 verwiesen werden.

Die Standardtechnik zur Erzeugung von kurzen Laserimpulsen mit hoher Energie beruht auf der Technik eines Laseroszillators und eines Laserverstärkers. Der Laseroszillator erzeugt eine Folge von kurzen Laserimpulsen mit niedriger Energie, beispielsweise mit einer Wiederholungsfrequenz im Bereich von einigen zehn MHz. Aus diesen Oszillatorimpulsen werden Impulse mit einer niedrigeren Wiederholungsfrequenz selektiert und in einem regenerativen oder sog. Multipass-Verstärker zu Impulsen mit hoher Energie verstärkt.

Bevorzugt wird ein "all-in-one"-Konzept angewandt, bei dem nur ein Laser vorgesehen ist, welcher sowohl als Oszillator als auch als regenerativer Verstärker eingesetzt wird, indem einfach die Pulsformung (bei niedrigen Energien) einerseits und die Verstärkung (auf hohe Energien) andererseits zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden. Bekannte Laservorrichtungen dieser Art (vgl. z.B. L. Turi, T. Juhasz: Diode-pumped Nd:YLF all-in-one laser; Optics Letters Vol. 20, Nr. 14, 15. Juli 1995, S. 1541-1543), mit einem Laser sowohl für die Oszillatorfunktion als auch für die Verstärkerfunktion, setzen aktive Modenverkopplung mit einem akusto-optischen Modulator ein. Da die aktive Modenverkopplung nicht sehr effizient ist, ist die erreichbare

- 2 -

Mindestimpulsdauer relativ groß, und überdies ist für einen zuverlässigen Langzeitbetrieb eine aufwendige Elektronik zur Zeitsteuerung bzw. Stabilisierung erforderlich.

Andererseits ist es an sich, wie sich aus dem vorstehend genannten Dokument WO 98/10494 A ergibt, bei Laservorrichtungen allgemein bekannt, eine passive Modenverkopplung, insbesondere auch mit einem sättigbaren Absorber, auszubilden. Andere Möglichkeiten zum passiven Modenverkopplern sind beispielsweise die Ausnutzung des Kerreffekts (sog. "Kerr-lens modelocking", KLM), der Einsatz von nichtlinearen Spiegeln ("nonlinear mirror modelocking", NLM), die Anwendung einer nichtlinearen Polarisationsdrehung in optischen Kristallen oder kaskadierte nichtlineare Prozesse zweiter Ordnung.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine Laservorrichtung der eingangs angeführten Art vorzusehen, die bei Verwendung einer passiven Modenverkopplung eine all-in-one-Bauweise des Lasers ermöglicht, wobei dann der Vorteil ausgenutzt wird, dass eine passive Modenverkopplung eine viel stärkere Amplitudenmodulation bewirkt als eine aktive Modenverkopplung und stabile Kurzpulse im Piko- oder Femtosekundenbereich, also mit Impulsdauern nahe dem möglichen unteren Grenzwert, der durch die endliche Verstärkungsbandbreite des verwendeten Lasermaterials gegeben ist, erzeugt werden können. Dabei ist auch das Problem zu lösen, dass passive Modenverkoppler wie sättigbare Absorber andererseits eine obere Grenze bei der Erhöhung der Energie, zufolge ihres niedrigen Zerstörungs-Schwellenwerts, ergeben und überdies bei einer übermäßigen Sättigung des Absorbers auch Instabilitäten bewirkt werden. Die Erfindung basiert nun auf dem Gedanken, den Resonator auf zwei zu verschiedenen Zeiten wirksame, unterschiedliche Unterresonatoren aufzuteilen, wobei die Unterresonatoren die verschiedenen Aufgaben, nämlich einerseits die Impulsformung unter Verwendung der passiven Modenverkopplung, mit hohen Resonatorverlusten entsprechend den niedrigen Leistungspegeln, und andererseits die Verstärkung auf hohe Impulsenergien vorsehen.

Die erfindungsgemäße Laservorrichtung der eingangs angeführten Art ist demgemäß dadurch gekennzeichnet, dass zwei

- 3 -

gesonderte, alternativ schaltbare Resonatorarme vorgesehen sind, von denen der eine, der in einer Pulsformphase aktiv ist, die Einrichtung zur passiven Modenverkopplung enthält, wogegen der andere Resonatorarm, der in einer Verstärkungsphase aktiv ist, frei von Verluste einführenden Komponenten ist. Bei der vorliegenden Laservorrichtung werden somit zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Resonatorteile eingesetzt, wobei in der einen Phase, wenn die kurzen Laserimpulse mit niedriger Energie erzeugt werden, der eine Resonatorarm mit der Einrichtung zur passiven Modenverkopplung in Funktion ist, wobei hohe Resonatorverluste entsprechend den niedrigen Leistungswerten gegeben sind; nach der Impulsformung wird der Resonator umgeschaltet, so dass der andere Resonatorarm in Funktion tritt, wobei die Einrichtung zur passiven Modenverkopplung nicht mehr im Resonator vorliegt, und es wird eine Verstärkung auf hohe Impulsenergien im Hinblick auf die hohe Resonatorgüte des nunmehrigen Resonators ermöglicht.

Zweckmäßigerweise wird zur Umschaltung die Polarisierung des Laserstrahls ausgenutzt, und demgemäß kann für eine einfache Ausbildung der Laservorrichtung vorgesehen sein, dass zur Umschaltung zwischen den beiden Resonatorarmen zumindest ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler sowie ein Polarisationsdreher vorgesehen sind. Dabei dient als Polarisationsdreher vorzugsweise eine Pockelszelle; eine derartige Pockelszelle kann elektrisch angesteuert werden, um einen hindurchgehenden Laserstrahl in seiner Polarisationsrichtung - um 90° - zu verdrehen. Zusammen mit einem entsprechenden polarisationsempfindlichen Strahlteiler kann daher der Laserstrahl nach dieser Umschaltung in den anderen Resonatorarm geleitet werden.

Von besonderem Vorteil ist es auch, wenn im Pfad des Laserstrahls auf beiden Seiten des Polarisationsdrehers je ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler angeordnet ist. Dabei kann der auf der von der Einrichtung zur passiven Modenverkopplung abgewandten Seite des Polarisationsdrehers vorgesehene polarisationsempfindliche Strahlteiler ein Laserstrahl-Auskoppelement bilden, um die verstärkten Laserimpulse auszukoppeln.

- 4 -

Als Einrichtung zur passiven Modenverkopplung wird bevorzugt wie an sich bekannt ein sättigbarer Absorber eingesetzt.

Der sättigbare Absorber kann vorteilhafterweise ein an sich bekannter sättigbarer Halbleiterabsorber sein.

Ferner ist es für eine kompakte, effiziente Resonatorausbildung auch günstig, wenn der sättigbare Absorber ein den einen Resonatorarm abschließender Absorber-Spiegel, insbesondere auf Halbleiterbasis, ist.

Um während der Pulsformphase im Laserstrahl die gewünschten Verluste einzuführen, ist es auch zweckmäßig, im einen, in der Pulsformphase aktiven Resonatorarm ein lineares Verlustelement, z.B. ein $\lambda/4$ -Plättchen, anzuordnen, das eine hohe Energieakkumulation im Laserkristall vorsieht.

Für die Ausbildung der Laservorrichtung als all-in-one-Lasersystem ist es schließlich noch günstig, wenn die Pumpeinheit eine Dauerstrich-Dioden-Pumpeinheit ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher einen Resonatorteil bildet, der beiden Resonatorarmen gemeinsam ist. Weiters ist es vorteilhaft, wenn die Pumpeinheit lampen- bzw. lasergepumpt ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher einen beiden Resonatorarmen gemeinsamen Resonatorteil bildet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung veranschaulichten bevorzugten Ausführungsbeispieles, auf das sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch weiter erläutert. Es zeigen:

Fig.1 schematisch eine Kurzpuls-Laservorrichtung nach der all-in-one-Bauweise; und

Fig.2 ein zugehöriges Diagramm.

In der Zeichnung ist in Fig.1 eine allgemein mit 1 bezeichnete all-in-one-Kurzpuls-Laservorrichtung dargestellt, die eine Pumpeinheit 2 enthält, die einen nur schematisch angedeuteten diodengepumpten Laserkristall 3 enthält. Auf der einen Seite dieser Pumpeinheit 2 ist ein Resonator-Endspiegel 4 vorgesehen.

Auf der anderen Seite der Pumpeinheit 2 ist ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler 5 vorgesehen, der zugleich ein Auskoppелеlement für den verstärkten Laserstrahl 6 bildet, wie mit einem Pfeil 7 schematisch angedeutet ist. Der

- 5 -

Laserstrahl 6 gelangt während seines Umlaufs im gezeigten Resonator zu einem Polarisationsdreher in Form einer Pockelszelle 8, die bei 9 in an sich bekannter und daher nachstehend nur kurz näher erläuteter Weise elektrisch angesteuert werden kann, um die Polarisation des Laserstrahls 6 um 90° zu verdrehen.

Im Weg des Laserstrahls 6 folgt sodann ein weiterer polarisationsempfindlicher Strahlteiler 10, welcher je nach Polarisation des Laserstrahls 6 den Laserstrahl 6 durchlässt (und zwar in einen Laser-Resonatorarm 11) oder aber reflektiert (und zwar in einen anderen Laser-Resonatorarm 12). In Fig.1 ist schematisch die Polarisation des Laserstrahls 6 in dem einen Resonatorarm 11 mit einem Doppelpfeil und in dem anderen Resonatorarm 12 durch einen Punkt im Kreis angedeutet, wobei der Doppelpfeil anzeigt, dass die Polarisationsrichtung in der Zeichenebene liegt, wogegen der Punkt im Kreis, für den anderen Resonatorarm 12, angibt, dass die Polarisationsrichtung des Laserstrahls 6 senkrecht zur Zeichenebene verläuft.

In dem einen Resonatorarm 11 folgt im Weg des Laserstrahls 6 sodann ein $\lambda/4$ -Plättchen 13, das die erforderlichen Verluste im Laserstrahl 6 einführt, wonach der Laserstrahl 6 von einem Spiegel 14 zu einem sättigbaren Halbleiter-Absorber-Spiegel 15 reflektiert wird, der als Einrichtung zur passiven Modenkopplung vorgesehen ist. Derartige sättigbare Halbleiter-Absorber-Spiegel sind an sich bekannt, so dass sich eine weitere Erläuterung erübrigen kann.

In dem anderen Resonatorarm 12 wird der Laserstrahl 6 zur Erzielung der erforderlichen Weglänge über vier Spiegel 16 bis 19 geführt, wobei die Spiegel 17 und 18 sphärische Fokussierspiegel sind, wogegen die Spiegel 16 und 19 hochreflektierende ebene Spiegel sind.

Wie ersichtlich bilden somit die Elemente 4, 2, 3, 5, 8 einen gemeinsamen Resonatorteil 20, der je nach Polarisationsrichtung des Laserstrahls 6 am Strahlteiler 10 dann entweder durch den einen Resonatorarm 11 oder aber durch den anderen Resonatorarm 12 ergänzt wird, um den gesamten Laser-Resonator zu bilden. Der eine Laser-Resonator, mit der Länge L_1 , ist somit durch die Elemente 4, 2, 3, 5, 8, 10, 13, 14 und 15 gebildet,

- 6 -

und er ist für die Pulsaufbauphase (Pulsformphase) 21 (s. Fig.2) verantwortlich; der andere Resonator, mit der Länge L_2 , ist dagegen durch die Elemente 4, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 17, 18 und 19 gebildet und für die Verstärkung (Verstärkungsphase 22 in Fig.2) zuständig.

In der Pulsformphase 21, in der keine Spannung an die Pockelszelle 8 angelegt wird, ist wie erwähnt der eine Resonatorarm 11 wirksam. Die beiden Strahlteiler 5 und 10 lassen den Laserstrahl 6 durch, da dieser zu dieser Zeit linear in der Zeichenebene polarisiert ist, vgl. die Doppelpfeile benachbart den beiden Strahlteilern 5 und 10. Das $\lambda/4$ -Plättchen 13 wird eingestellt, um hohe Verluste in das System einzuführen und so den Leistungspegel im Resonator 20-11 niedrig zu halten und eine hohe Inversion im Laserkristall 3 zu bewirken. Da sich in dem einen Resonatorarm 11 der sättigbare Absorberspiegel 15 befindet, entwickeln sich die gewünschten kurzen Laserimpulse. Dies ist in Fig.2 in der oberen Diagrammzeile gezeigt, in der die Impulsintensität $I(3/4)$, gemessen an einer Stelle zwischen der Pumpeinheit 2 mit dem Laserkristall 3 und dem Endspiegel 4, aufgetragen ist; wie ersichtlich werden die Impulse, deren Abstand $t_1 = 2L_1/c_0$ (mit c_0 = Laserstrahlgeschwindigkeit) beträgt, zunehmend kürzer.

Um dann auf die Verstärkungsphase 22 umzuschalten, wird von einer an sich üblichen Steuerelektronik eine durch die jeweilige Pockelszelle 8 vorgegebene $\lambda/2$ -Spannung $U_{\lambda/2}$ (vgl. auch die 2. Zeile in Fig.2, die den Verlauf der Spannung U_{PC} an der Pockelszelle 8 abhängig von der Zeit t zeigt) bei 9 an die Pockelszelle 8 angelegt. Diese Ansteuerung muss zu einem Zeitpunkt T_1 erfolgen, zu dem sich der Laserimpuls, der im Resonator umläuft, gerade gemäß der Darstellung in Fig.1 auf der rechten Seite der Pockelszelle 8 befindet, also im Bereich des Strahlteilers 5 bzw. der Pumpeinheit 2 bzw. des Endspiegels 4. In der Regel enthält eine Pockelszelle bereits eine Treiberschaltung, in der derartige Zeiten eingestellt werden können. In Fig.1 ist daher nur schematisch ein schneller Hochspannungsschalter 23 gezeigt, dem bei 24 eine Hochspannung $U_{\lambda/2}$ zugeführt wird, und dem eine Schaltung 25 zur Erzeugung eines elektrischen Impulses zum

- 7 -

Schalten des Hochspannungsschalters 23 bzw. der Pockelszelle 8 zu den Zeitpunkten T1 bzw. T2 zugeordnet ist. In Fig.1 ist noch schematisch ein von außen verstellbares Zeitstueglied 26 veranschaulicht, um die Einstellung der Zeiten T1, T2 damit anzuzeigen. Die Elemente 23 bis 26 bilden somit eine elektronische Steuereinheit, die in Fig.1 mit 27 angedeutet ist, und die zur Umschaltung des Laserstrahls über die Pockelszelle 8 vorgesehen ist.

Wenn dann der Laserimpuls zur Pockelszelle 8 gelangt, wird aufgrund von deren Ansteuerung zum Zeitpunkt T1 (s. auch Fig.2) die Polarisierung um 90° verdreht, so dass sie senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Der Laserimpuls wird daher vom Strahlteiler 10 nicht mehr zu dem einen, für die Pulsformphase 21 vorgesehenen Resonatorarm 11 durchgelassen, sondern zum anderen Resonatorarm 12 reflektiert, wobei er das System mit den Spiegeln 16 bis 19 durchläuft und schließlich vom Strahlteiler 10 wieder zurück zur Pockelszelle 8 reflektiert - und dort neuerlich um 90° in der Polarisierung verdreht - wird. Da in diesem anderen Resonatorarm 12 keine Elemente, die Verluste einführen, enthalten sind, wird die Energie des Laserimpulses mit jedem Umlauf rasch erhöht, vgl. auch Fig.2, erste Diagrammzeile, Verlauf der Impulsintensität $I(3/4)$.

Wenn die Impulsenergie ihren Sättigungswert erreicht, wird die Pockelszelle 8 abgeschaltet. Dieses Abschalten erfolgt zu einem Zeitpunkt T2, zu dem sich der Laserimpuls auf der linken Seite der Pockelszelle 8, also im anderen, für die Verstärkungsphase 22 vorgesehenen Resonatorarm 12, befindet. Wenn nun der Laserstrahl 6 die Pockelszelle 8 von links kommend durchläuft, wird die Polarisierung nicht mehr um 90° verdreht (nämlich wieder in die Zeichenebene), da die Spannung $U_{\lambda/2}$ nun bereits von der Pockelszelle 8 abgeschaltet wurde (d.h. die Spannung U_{PC} an der Pockelszelle 8 beträgt wieder 0 V); der Laserimpuls wird, da die Polarisierung jetzt senkrecht zur Zeichenebene geblieben ist, durch Reflexion am Strahlteiler 5 ausgekoppelt, vgl. den Pfeil 7, anstatt zur Pumpeinheit 2 durchgelassen zu werden. Dieser verstärkte Ausgangsimpuls ist in der dritten Diagrammzeile von

- 8 -

Fig.2, für die Intensität $I(7)$ des Impulses beim Auskoppeln, s. Pfeil 7 in Fig.1, veranschaulicht.

Beim beschriebenen System bleibt die Polarisierung innerhalb des Laserkristalls 3 immer dieselbe (nämlich gemäß Darstellung in Fig.1 in der Zeichenebene), so dass jedes beliebige Lasermedium verwendet werden kann, ohne dass auf eine polarisationsabhängige Verstärkung Rücksicht zu nehmen wäre.

Patentansprüche:

1. Laservorrichtung (1) mit einer Pumpeinheit (2), die einen gepumpten Laserkristall (3) enthält, und mit einer Einrichtung (15) zur passiven Modenverkopplung, dadurch gekennzeichnet, dass zwei gesonderte, alternativ schaltbare Resonatorarme (11, 12) vorgesehen sind, von denen der eine Resonatorarm (11), der in einer Pulsformphase (21) aktiv ist, die Einrichtung (15) zur passiven Modenverkopplung enthält, wogegen der andere Resonatorarm (12), der in einer Verstärkungsphase (22) aktiv ist, frei von Verluste einführenden Komponenten ist.
2. Laservorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Umschaltung zwischen den beiden Resonatorarmen (11, 12) zumindest ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler (10) sowie ein Polarisationsdreher (8) vorgesehen sind.
3. Laservorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Polarisationsdreher (8) durch eine Pockelszelle gebildet ist.
4. Laservorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Pfad des Laserstrahls (6) auf beiden Seiten des Polarisationsdrehers (8) je ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler (10, 5) angeordnet ist.
5. Laservorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der polarisationsempfindliche Strahlteiler (5) auf der von der Einrichtung (15) zur passiven Modenverkopplung abgewandten Seite des Polarisationsdrehers (8) zugleich ein Laserstrahl-Auskoppelement bildet.
6. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur passiven Modenverkopplung ein sättigbarer Absorber (15) ist.

- 10 -

7. Laservorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der sättigbare Absorber (15) ein sättigbarer Halbleiterabsorber ist.

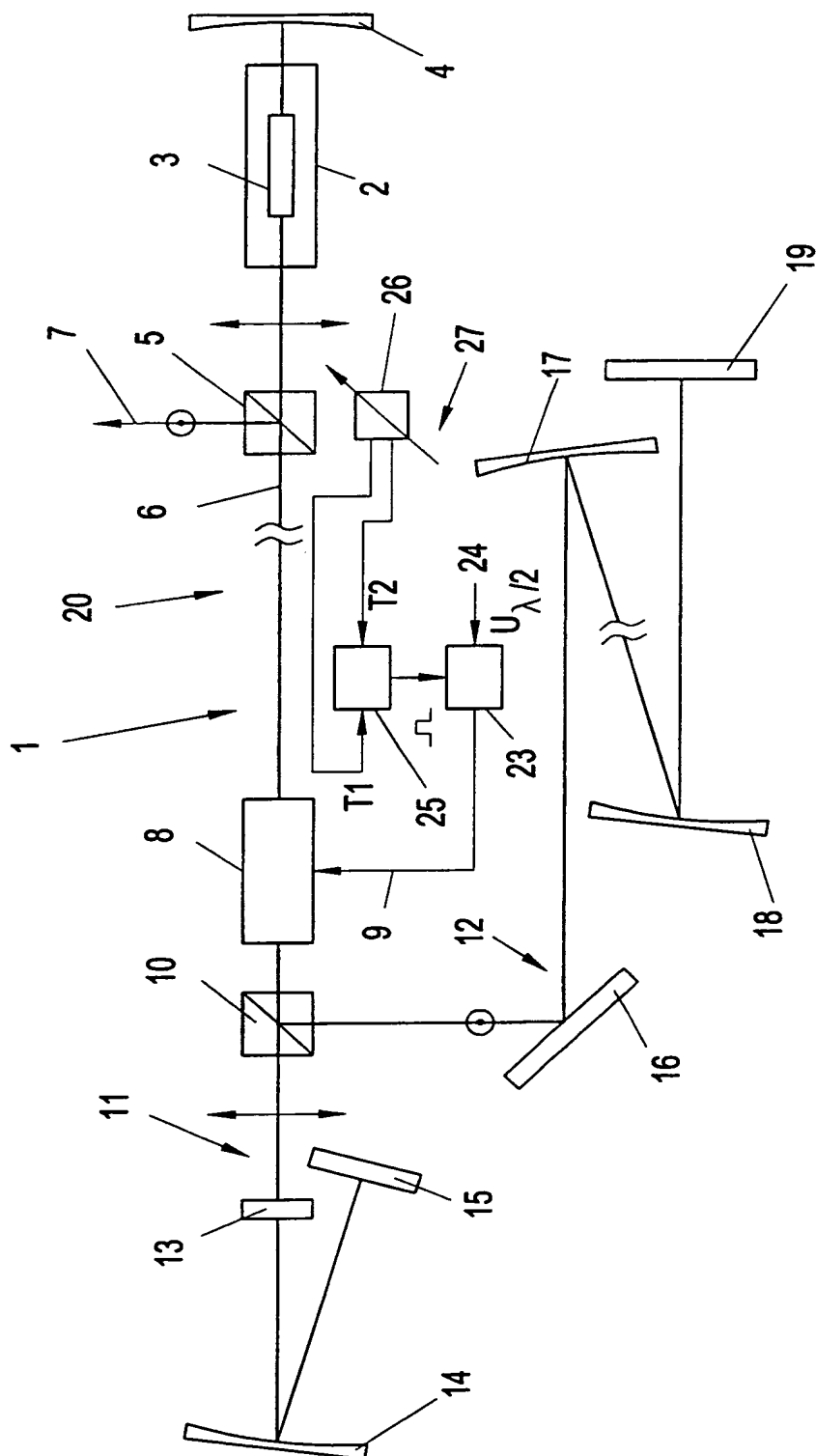
8. Laservorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der sättigbare Absorber (15) ein den einen Resonatorarm (11) abschließender Absorber-Spiegel ist.

9. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im einen, in der Pulsformphase (21) aktiven Resonatorarm (11) ein lineares Verlustelement, z.B. ein $\lambda/4$ -Plättchen, (13) angeordnet ist, das eine hohe Energieakkumulation im Laserkristall (3) vorsieht.

10. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinheit (2) eine Dauerstrich-Dioden-Pumpeinheit ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher (8) einen beiden Resonatorarmen (11, 12) gemeinsamen Resonatorteil (20) bildet.

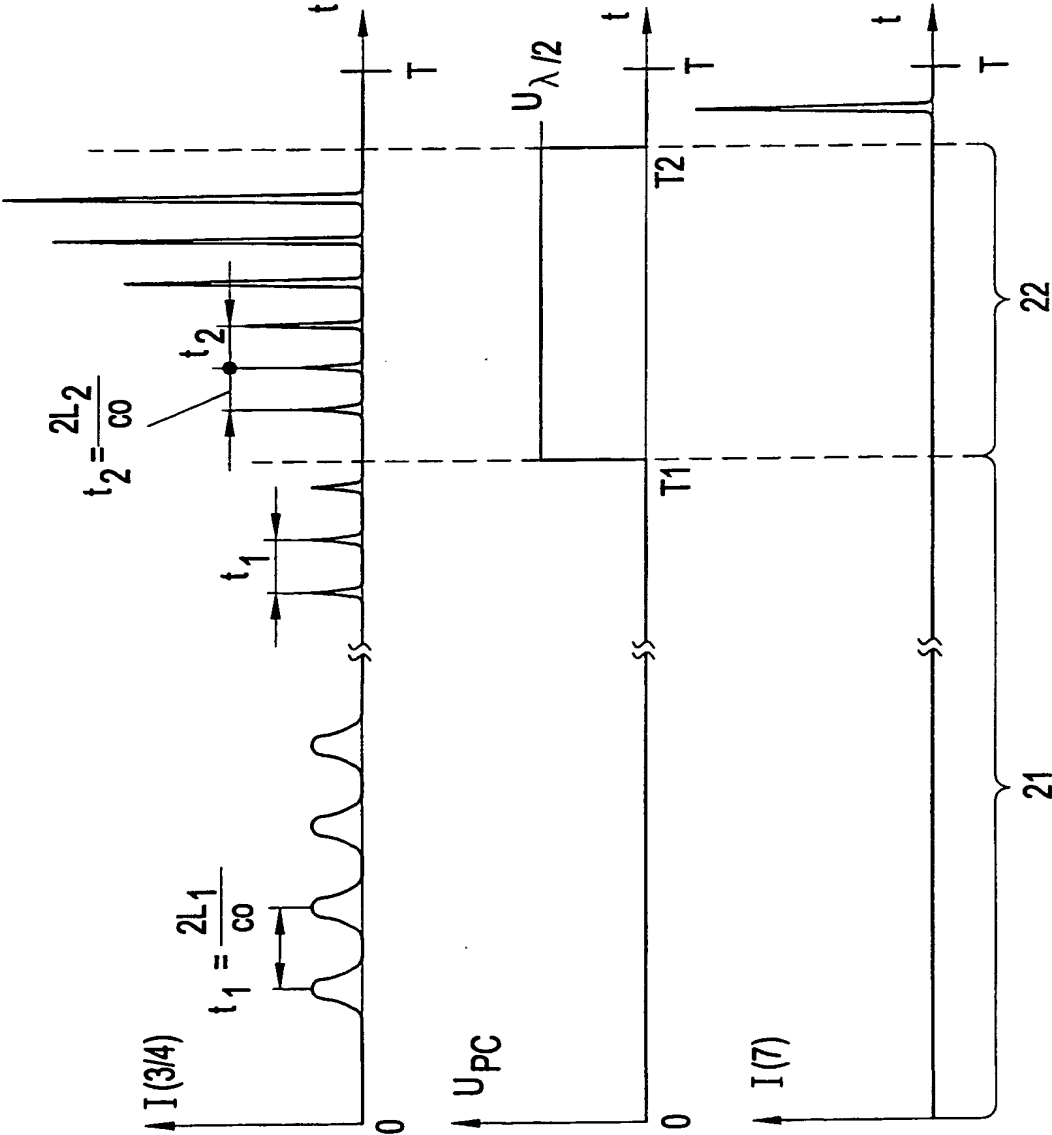
11. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinheit (2) lampen- bzw. lasergepumpt ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher (8) einen beiden Resonatorarmen (11, 12) gemeinsamen Resonatorteil (20) bildet.

FIG. 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/IL 00/00173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01S3/098

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BOCZAR B P ET AL: "New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier" APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, vol. 22, no. 11, pages 1611-1613, XP002150826 ISSN: 0003-6935 figure 1 --- -/--	1-3,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 October 2000

Date of mailing of the international search report

08/11/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Galanti, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/AT 00/00173

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>TURI ET AL: "DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER" OPTICS LETTERS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, vol. 20, no. 14, 15 July 1995 (1995-07-15), pages 1541-1543, XP000514995 ISSN: 0146-9592 cited in the application abstract</p>	1
A	<p>WO 98 22995 A (SHIELDS HENRY ;RIEGER HARRY (US); FOSTER RICHARD M (US); JMAR TECH) 28 May 1998 (1998-05-28) page 3 -page 5, line 9</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...on patent family members

International Application No

PCT/AT 00/00173

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9822995 A	28-05-1998	US 5742634 A	21-04-1998
		AU 6756098 A	10-06-1998
		EP 0937321 A	25-08-1999
		US 6016324 A	18-01-2000

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 00/00173

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01S3/098

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
INSPEC, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BOCZAR B P ET AL: "New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier" APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, Bd. 22, Nr. 11, Seiten 1611-1613, XP002150826 ISSN: 0003-6935 Abbildung 1 --- -/--	1-3,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Galanti, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Arma lies Aktenzeichen

PCT/AT 00/00173

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>TURI ET AL: "DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER" OPTICS LETTERS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, Bd. 20, Nr. 14, 15. Juli 1995 (1995-07-15), Seiten 1541-1543, XP000514995 ISSN: 0146-9592 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung</p> <p>---</p>	1
A	<p>WO 98 22995 A (SHIELDS HENRY ;RIEGER HARRY (US); FOSTER RICHARD M (US); JMAR TECH) 28. Mai 1998 (1998-05-28) Seite 3 -Seite 5, Zeile 9</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen... d... elben Patentfamilie gehören

Intern... es Aktenzeichen

PCT/INT 00/00173

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9822995	A	28-05-1998	US	5742634 A	21-04-1998
			AU	6756098 A	10-06-1998
			EP	0937321 A	25-08-1999
			US	6016324 A	18-01-2000

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01S3/098

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

INSPEC, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BOCZAR B P ET AL: "New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier" APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, Bd. 22, Nr. 11, Seiten 1611-1613, XP002150826 ISSN: 0003-6935 Abbildung 1 --- -/--	1-3,6

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2000

 Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Galanti, M

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEFÜHRTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	TURI ET AL: "DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER" OPTICS LETTERS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, Bd. 20, Nr. 14, 15. Juli 1995 (1995-07-15), Seiten 1541-1543, XP000514995 ISSN: 0146-9592 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ---	1
A	WO 98 22995 A (SHIELDS HENRY ;RIEGER HARRY (US); FOSTER RICHARD M (US); JMAR TECH) 28. Mai 1998 (1998-05-28) Seite 3 -Seite 5, Zeile 9 -----	1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PAT 00/00173

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9822995 A	28-05-1998	US 5742634 A	21-04-1998
		AU 6756098 A	10-06-1998
		EP 0937321 A	25-08-1999
		US 6016324 A	18-01-2000

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R 36853	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/AT 00/ 00173	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/06/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 07/07/1999
Anmelder FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung wurde wie folgt geändert:
Zeile 6: nach "Resonatorarm" , "(10)" wird umgetauscht mit "(11)"

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 08 OCT 2001

WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R 36853	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/AT00/00173	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 07/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01S3/098		
Anmelder FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 05/02/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 04.10.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Jobst, B Tel. Nr. +49 89 2399 2437 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-8 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-11 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/2-2/2 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/AT00/00173

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: BOCZAR B P ET AL: 'New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier' APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, Bd. 22, Nr. 11, Seiten 1611-1613
- D2: TURI ET AL: 'DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER' OPTICS LETTERS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, Bd. 20, Nr. 14, 15. Juli 1995 (1995-07-15), Seiten 1541-1543
- D3: WO 98 22995 A

2. Das Dokument D1 offenbart eine Laservorrichtung (Fig. 1), bei der der Resonator zwei Arme umfaßt. Beide Arme umfassen passive Komponenten, die Verlust einführen und werden gleichzeitig als Resonator genutzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die bei möglichst kurzer Pulsdauer, wie sie mit passiver Modenkopplung erreicht wird, eine möglichst hohe Energie der Pulse erzielt.

Die erfinderische Lösung unterscheidet sich durch die Kombination der im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 definierten Merkmale von D1 und ist somit neu.

Weder D1, noch D2 und D3 geben einen Hinweis auf die beanspruchte Lösung. D2 und D3 offenbaren Laservorrichtungen mit einarmigen Resonator und aktiver Modenkopplung. Der Gegenstand von Anspruch 1 beruht somit auf einer erfinderischen Tätigkeit.

2.1 Die Ansprüche 2-11 sind von Anspruch 1 abhängig und erfüllen deshalb ebenfalls die Anforderung des PCT hinsichtlich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

1. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Die folgenden Merkmale in den Vorrichtungsansprüchen 1 und 9 beziehen sich auf die Verwendung der Vorrichtung und nicht auf die Definition der Vorrichtung anhand ihrer technischen Merkmale:

Anspruch 1: "...Resonatorarm (11), der in einer Pulsformphase (21) aktiv ist, ...anderer Resonatorarm (12), der in einer Verstärkungsphase aktiv ist,...".

Anspruch 9: "...im einen, in der Pulsformphase (21) aktiven Resonatorarm(11)...".

Die beabsichtigten Einschränkungen gehen daher im Widerspruch zu den Erfordernissen des Artikels 6 PCT nicht klar aus dem Anspruch hervor.

Für die unter Punkt V gemacht Feststellung wurden die Ansprüche 1 und 9 im Lichte der Beschreibung (siehe S. 6, erster Absatz) interpretiert, d.h. ein Resonatorarm (11) ist für eine Pulsformphase verantwortlich, während der andere Resonatorarm (12) für eine Verstärkungsphase verantwortlich ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

152
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

87

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference R 36853	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/AT00/00173	International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)	Priority date (day/month/year) 07 July 1999 (07.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01S 3/098		
Applicant FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 05 February 2001 (05.02.01)	Date of completion of this report 04 October 2001 (04.10.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Basis of the report**1. With regard to the elements of the international application:***

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-8 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-11 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/2-2/2 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

T/AT 00/00173

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Reference is made to the following documents:

D1: BOCZAR B P ET AL: 'New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier' APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, Vol. 22, No. 11, pages 1611-1613

D2: TURI ET AL: 'DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER' OPTICS LETTERS, US, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, Vol. 20, No. 14, 15 July 1995 (1995-07-15), pages 1541-1543

D3: WO-A-98/22995

2. Document D1 discloses a laser device (Fig. 1) in which the resonator comprises two arms. Both arms comprise passive components which introduce loss and are simultaneously used as resonators.

The problem addressed by the invention is that of producing a device in which, after as short as possible a pulse duration, such as is achieved with passive mode coupling, as high as possible a pulse energy is achieved.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

The inventive solution differs therefrom in the combination of the features defined in the characterising portion of Claim 1 and is therefore novel.

Neither D1, D2 nor D3 suggests the claimed solution. D2 and D3 disclose laser devices with single-arm resonators and active mode coupling. The subject matter of Claim 1 therefore involves an inventive step.

2.1 Claims 2-11 are dependent on Claim 1 and therefore likewise meet the PCT novelty and inventive step requirements.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/AT 00/00173

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite document D1 or indicate the relevant prior art disclosed therein.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. The following features in the device Claims 1 and 9 relate to the use of the device and not to the definition of the device on the basis of its technical features:

Claim 1: "...resonator arm (11) which is active in the pulse forming phase (21), ...other resonator arm (12) which is active in the amplification phase,..."

Claim 9: "...in a resonator arm (11) that is active in the pulse forming phase (21)..."

Contrary to the requirements of PCT Article 6, the intended restrictions do not therefore proceed clearly from the claim.

For the statement in Box V, Claims 1 and 9 were interpreted in the light of the description (see page 6, first paragraph), that is, a resonator arm (11) is responsible for a pulse forming phase, whilst the other resonator arm (12) is responsible for an amplification phase.

THIS PAGE BLANK (USPTO)